

METHOD AND APPARATUS FOR AUTOMATIC QUALITY CONTROL IN PROCESS OF MOUNTING COMPONENTS ON PRINTED BOARD

Patent Number: JP11298200
Publication date: 1999-10-29
Inventor(s): MURAOKA KENJU
Applicant(s): NAGOYA DENKI KOGYO KK
Requested Patent: ☐ JP11298200
Application Number: JP19980099539 19980410
Priority Number(s):
IPC Classification: H05K13/08; G01B11/24
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and apparatus for automatic quality control in process of mounting components on a printed board, enabling an optimum system operation in case a plurality of processes are executed one after another.

SOLUTION: In the printed board components mounting execution process, independent solder print process, components mounting process and soldering process are made one after another and the quality control is made every process, measured data in each process which has dealt with defects are previously stored in a database, and the database is referenced, utilizing the measured data, if a defect appears, thereby determining corresponding dealing with the defect and dealing with it. Thus the automatic quality control suppressing the appearance of defects is enabled, without taking care of the correlation exceeding regulations and separation among processes.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-298200

(43) 公開日 平成11年(1999)10月29日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 5 K 13/08

G 0 1 B 11/24

識別記号

F I

H 0 5 K 13/08

G 0 1 B 11/24

D

F

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-99539

(22) 出願日 平成10年(1998)4月10日

(71) 出願人 000243881

名古屋電機工業株式会社

愛知県名古屋市中川区横堀町1丁目36番地

(72) 発明者 村岡 建樹

三重県桑名郡多度町大字香取字高割550

名古屋電機工業株式会社 O E 事業部内

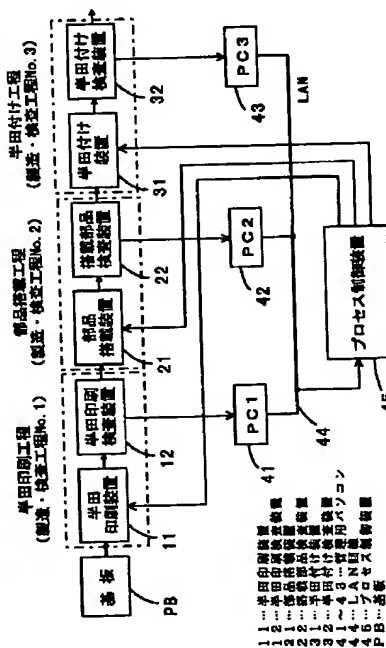
(74) 代理人 弁理士 横井 俊之

(54) 【発明の名称】 プリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】 上流のプロセスでの僅かなずれが後のプロセスで大きな問題を生じてしまうことがあったとしても、そのような問題の箇所を突き止めるということはいし、そのような状況を想定して上流のプロセスを過度に品質管理してしまうと歩留まりが悪くなる。

【解決手段】 プリント基板部品実装プロセスではそれぞれ独立した半田印刷工程（プロセス）と部品搭載工程（プロセス）と半田付け工程（プロセス）とが順次行われており、それぞれの工程毎に品質管理を行っているが、不良処置が取られた場合の各工程での測定データを予めデータベース化しておき、不良が生じた場合にはその際の測定データを利用して同データベースを参照し、対応する不良処置を判定して処置をすることができるので、プロセス間を越えた相関関係を気にすることなく不良の発生を抑制させる自動品質管理を行うことが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 実測数値に基づいて個別に品質判定される複数のプロセスが順次実行される場合のプリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理方法であって、下流のプロセスの品質判定で品質低下が判定される場合の下流のプロセスでの品質判定と上流のプロセスでの品質判定と原因内在箇所との対応関係を相関関係としてデータベース化しておき、各プロセスの品質判定に基づいて同データベースを参照して相関関係にある上流のプロセスの原因内在箇所を突き止めてフィードバックすることを特徴とするプリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理方法。

【請求項2】 上記請求項1に記載の自動品質管理方法において、下流のプロセスで不良処置された場合を項目分けし、各不良処置ごとに不良対象となったものの上流の各プロセスでの実測数値の傾向をデータベースとしたことを特徴とするプリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理方法。

【請求項3】 上記請求項2に記載の自動品質管理方法において、データベースとする実測数値の傾向は、不良対象となったものの実測数値の分布と標準の実測数値の分布のずれとすることを特徴とするプリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理方法。

【請求項4】 上記請求項1～請求項3のいずれかに記載の自動品質管理方法において、上流のプロセスへフィードバックするにあたり、上流のプロセスで処理工程をチューニングすることを特徴とするプリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理方法。

【請求項5】 複数の製造工程を備えるとともに各製造工程に対応してその処理結果に対する測定を行って同処理結果の品質を判定する検査工程とを備えるプリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理装置であって、各検査工程での品質判定結果で不良と判断されるものの下流と上流の検査工程での測定データとともにフィードバック態様をデータベース化しておくとともに、各検査工程での測定データに基づいて同データベースを参照して下流に生じる問題発生に対する上流の製造工程での原因内在箇所を突き止めてフィードバックすることを特徴とするプリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、プリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より品質管理システムは種々のものが提案されており、その一例として特開平2-98632号公報や、特開平9-51200号公報に開示されたものが知られている。前者のものに開示された発明は、

管理限界内であっても上昇傾向や下降傾向が見られる場合に早めに品質管理を行えるようにグラフを出力するものであり、後者のものに開示された発明は、検査結果データと修理結果データとから不良率の相関関係を求めて検査基準のチューニングを行うものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の品質管理システムにおいては、いずれにしても一つのプロセス内での処理結果が一定の基準範囲内に収まるようにするに過ぎない。一方、通常の作業では複数のプロセスが順次行われている。このような場合、従来のプロセス間品質管理方法でも各プロセスごとの管理は可能である。しかし、上流のプロセスでの僅かなずれが後のプロセスで大きな問題を生じてしまうことがあったとしても、そのような問題の箇所を突き止めるということではできない。また、そのような状況を想定して上流のプロセスを過度に品質管理してしまうと歩留まりも悪くなる。

【0004】本発明は、上記課題にかんがみてなされたもので、複数のプロセスが順次行われる場合に最適なシステム運用を行えるようにすることが可能なプリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理方法およびその装置の提供を目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1にかかる発明は、実測数値に基づいて個別に品質判定される複数のプロセスが順次実行される場合のプリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理方法であって、下流のプロセスの品質判定で品質低下が判定される場合の下流のプロセスでの品質判定と上流のプロセスでの品質判定と原因内在箇所との対応関係を相関関係としてデータベース化しておき、各プロセスの品質判定に基づいて同データベースを参照して相関関係にある上流のプロセスの原因内在箇所を突き止めてフィードバックする構成としてある。

【0006】単一のプロセスの品質管理はそのプロセス内で処理結果を実測し、その実測数値に基づいて当該プロセスでの処理工程をフィードバックする。その相関関係は複雑ではあっても互いに因果関係を持っているものであるからフィードバックが可能であると言える。しかしながら、別個独自のプロセスである場合には実測データだけから因果関係を見出すのは困難である。しかしながら、上記のように構成した請求項1にかかる発明においては、予め下流のプロセスでの品質判定と上流のプロセスでの品質判定と原因内在箇所との対応関係を相関関係としてデータベース化している。すなわち、品質判定そのものから相関関係を導き出すことは不可能であっても事象の関連をデータベース化しておくのであれば現実の状況を記憶させておくだけで足りる。そして、各プロセスの品質判定をキーにして同データベースを参照する。このデータベースは品質判定で品質低下が判定さ

れた場合の各プロセスの品質判定を記憶しているの、各プロセスの品質判定に基づいて参照して一致するものがあれば下流のプロセスにおいて品質低下が判定される状況を意味するから、その場合の原因内在箇所も突き止められる。原因内在箇所を突き止められればそこにフィードバック処理を施すことになる。

【0007】すなわち、現実の実測数値をキーにして予め用意しておいたデータベースを参照することにより、因果関係を元に相関関係を推定する困難性の有無にかかわらず、現実相関関係を有する問題内在箇所へフィードバックできることになる。ここでいうプロセスはなんらかの処理工程を意味しており、この処理工程の結果について実測数値を計測され、計測結果に基づいてフィードバックされるようなものであればよい。このフィードバックは好ましくはプロセス内で自動的にチューニングされることが好ましいが、人間などが介入することを妨げるものではない。

【0008】データベースは下流のプロセスの品質判定で品質低下が判定される場合についての各品質判定の対応関係を記憶するが、この品質低下の判定は必ずしも品質不良に至る場合だけを意味するものではなく、相対的なものである。すなわち、品質判定が低下するということも元の状況において品質が非常に優れているということも当然に含むものである。従って、逆にとらえれば品質向上のために利用することをも意味するものである。例えば、品質低下しないように原因内在箇所へとフィードバックすることとともに、総合的に品質を向上させるように原因内在箇所へとフィードバックするようなものであってもよい。

【0009】このデータベース自体は一定の対応関係を関連づけて記憶できるものであれば良く、判断の必要性からもコンピュータなどで構成することが妥当である。むろん、データベースの検索は完全に一致するもののみならず、ファジー制御やニューラルネット制御などの技術を駆使して妥当な結果を導き出すようなものも採用可能であるし、デジタルコンピュータのみならず、アナログコンピュータを利用することも可能である。

【0010】データベース化されるのは下流のプロセスでの品質判定と上流のプロセスでの品質判定と原因内在箇所との対応関係であるが、品質低下と判定された場合でも具体的な原因内在箇所が判明されとも限らない。一方、原因内在箇所はフィードバックするために必要な情報が得られるものであればよい。このようにフィードバックの具体的対応を考慮した場合に好適な一例として、請求項2にかかる発明は、請求項1に記載の自動品質管理方法において、下流のプロセスで不良処置された場合を項目分けし、各不良処置ごとに不良対象となったものの上流の各プロセスでの実測数値の傾向をデータベースとして構成してある。

【0011】上記のように構成した請求項2にかかる発

明においては、下流のプロセスで不良処置された場合に着目している。不良処置されない以上はフィードバックできていないといっても過言ではないから、不良処置の項目分けこそフィードバックの項目分けに対応する。また、不良処置された場合はかかる事象に関係する状況が確実に表れているはずである。従って、不良処置となる手前の実測数値の傾向を用いてデータベースを参照すれば、対応する傾向が見られる項目を判定でき、かかる不良処置がとられるに至る場合を想定した問題内在箇所が突き止められ、同不良処置に対応するフィードバックが行われることになる。

【0012】さらに、請求項3にかかる発明は、請求項2に記載の自動品質管理方法において、データベースとする実測数値の傾向は、不良対象となったものの実測数値の分布と標準の実測数値の分布のずれとして構成してある。上記のように構成した請求項3にかかる発明においては、たとえ実測数値が基準範囲内であったとしても、いくつかの実測数値の分布が標準の実測数値の分布とずれていることは起こりうる。そして、データベースに記憶されているような一定の対応関係でずれている場合こそ、終局的に不良処置をとらざるを得ない状況が起こり得ると判定できる。

【0013】むろん、このようなずれもさまざまであり、分布の平均値が上方にずれるとか下方にずれるという傾向であっても良いし、分布の幅の傾向であっても良いし、バラツキの周期の傾向といったようなものであるなど、各種の傾向を採用可能である。問題内在箇所が突き止められれば品質が低下しないようにフィードバックすればよく、フィードバックの一例として、請求項4にかかる発明は、請求項1～請求項3のいずれかに記載の自動品質管理方法において、上流のプロセスへフィードバックするにあたり、上流のプロセスで処理工程をチューニングする構成としてある。

【0014】上記のように構成した請求項4にかかる発明においては、処理工程自体が目標を見誤っている場合に対応し、処理工程をチューニングすることによって下流のプロセスで問題が生じないようにする。

【0015】かかる自動品質管理方法はさまざまな分野に適用可能であり、特に限定されるものでもないが、その適用例の一例として、請求項5にかかる発明は、複数の製造工程を備えるとともに各製造工程に対応してその処理結果に対する測定を行って同処理結果の品質を判定する検査工程とを備えるプリント基板の部品実装プロセスにおける自動品質管理装置であって、各検査工程での品質判定結果で不良と判断されるものの下流と上流の検査工程での測定データとともにフィードバック態様をデータベース化しておくとともに、各検査工程での測定データに基づいて同データベースを参照して下流に生じる問題発生に対する上流の製造工程での原因内在箇所を突き止めてフィードバックする構成としてある。

【0016】上記のように構成した請求項5にかかる発明においては、プリント基板の部品実装プロセスが複数の製造工程からなり、各製造工程に対応した検査工程がその処理結果について測定して同処理結果の品質を判定することによって品質管理を行う。この場合、各検査工程での品質判定結果で不良と判断されるものの下流と上流の検査工程での測定データとともにフィードバック態様とがデータベース化してあるので、各検査工程で得られる測定データに基づいて同データベースを参照すれば、上流の製造工程での原因内在箇所を突き止めることができる。従って、下流の問題発生に対して予めフィードバックしておけば問題発生を防ぐことができる。

【0017】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、複数のプロセスが順次行われる場合において各プロセスを管理するだけでは防げないようなプロセス相互間に内在する問題点を解消して良好な品質管理を行うことが可能な自動品質管理方法を提供することができる。また、請求項2にかかる発明によれば、実際に不良処置される項目に対応しているのでフィードバックが容易となる。さらに、請求項3にかかる発明によれば、不良処置が取られる場合における実測数値のずれの傾向がデータベースとなっているので、実測数値が変動する場合でも傾向の一致によって比較的容易に検索することができる。

【0018】さらに、請求項4にかかる発明によれば、フィードバックがチューニングとして実現され、原因追究のみならず作業性が向上する。さらに、請求項5にかかる発明によれば、複数のプロセスから構成されるプリント基板の部品実装プロセスにおいて良好な品質管理を行うことが可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面にもとづいて本発明の実施形態を説明する。

＜全体の構成の概略説明＞図1は、本発明の一実施形態にかかる自動品質管理方法をプリント基板部品実装プロセスに適用した場合の構成を概略ブロック図により示している。本部品実装プロセスでは、クリーム半田を基板上に印刷する半田印刷工程（プロセス）と、電子部品を基板上の所定位置に搭載する部品搭載工程（プロセス）と、オープン内で加熱してクリーム半田を溶融せしめて半田付けする半田付け工程（プロセス）とから構成されている。

【0020】同図において、回路パターンを印刷された基板PBは半田印刷工程に該当する半田印刷装置11（請求項5の製造工程に相当）に供給され、この半田印刷装置11は基板PB上のパッド位置に所定量のクリーム半田を印刷する。半田印刷工程は半田印刷検査装置12が備えられており、半田印刷装置11でのクリーム半田の印刷作業が正確に行われているか否かを検査する。半田印刷検査装置12が行う検査内容についての詳細は

後述するが、所定の計測を行なうとともに計測結果を管理用パソコン（PC1）41に出力している。

【0021】クリーム半田を印刷された基板PBは部品搭載工程に該当する部品搭載装置21に供給され、この部品搭載装置21はパッドに印刷されたクリーム半田で電子部品を半田付けできるように各電子部品を決められた位置に搭載する。部品搭載工程は搭載部品検査装置22が備えられており、部品搭載装置21での電子部品搭載作業が正確に行われているか否かを検査する。この搭載部品検査装置22が行う検査内容についての詳細も後述するが、所定の計測を行なうとともに計測結果を管理用パソコン（PC2）42に出力している。

【0022】最後に、基板PBは半田付け工程を構成する半田付け装置31に供給され、この半田付け装置31はオープン内で基板PBを加熱してクリーム半田を溶融せしめ、パッドと電子部品のリードや電極を半田付けする。半田付け工程は半田付け検査装置32が備えられており、この半田付け装置31での半田付け作業が正確に行われているか否かを検査する。この半田付け検査装置32が行う検査内容についての詳細も後述するが、所定の計測を行なうとともに計測結果を管理用パソコン（PC3）43に出力している。

【0023】管理用パソコン41～43はネットワークやパラレルポートなどを介して上記検査装置12、22、32と接続されており、通信で得られた測定データを所定のフォーマットに変換して記憶する。各管理用パソコン41～43はLAN回線44に接続されており、上述した測定データを他のパソコンからも参照できるようになっている。LAN回線44にはプロセス制御装置45も接続されており、上記各管理用パソコン41～43から測定データを読み取って本プリント基板部品実装プロセスを総合的かつ自動的に品質管理する。この品質管理は、管理者に対してパレート図をはじめとする各種のビジュアルな表示を行うのみならず、半田印刷装置11や部品搭載装置21や半田付け装置31に対して積極的にチューニングを行うようにしている。

【0024】図2はプロセス制御装置45の具体的構成を示しており、演算処理を行う制御部45aと、バス45bと、同バス45bを介して上記制御部45aよりアクセス可能なプログラムメモリ45cと、同バス45bを介して上記制御部45aよりアクセス可能なデータメモリ45dと、上記LAN回線44と上記バス45bとの間に介在されて上記制御部45aより上記管理用パソコン41～43へのアクセスを可能とするための入力データインターフェイス部45eと、上記バス45bに接続されるとともに上記制御部45aより上記半田印刷装置11や部品搭載装置21や半田付け装置31へのアクセスを可能とする出力データインターフェイス部45fとを備えている。

【0025】プログラムメモリ45cは制御部45aが

実行するプログラムが記憶されており、不揮発性のROMのみならず、適宜外部補助記憶装置などから読み出した実行プログラムを一時的に記憶するRAMなどからも構成されている。プログラムの内容は、基本的なオペレーティングシステムや、後述する品質管理プログラムや、各種のドライバなどを含んでいる。データメモリ45dは上記品質管理プログラムで利用する各種のデータを記憶するものであり、より具体的には測定データファイル、履歴データファイル、相関データファイルなどを記憶している。入力データインターフェイス部45eは実質的にLAN回線44と接続するためのインターフェイスアダプタであり、上述したドライバのプログラムを実行することによって制御部45aは管理用パソコン41～43の補助記憶装置などに記憶されている測定データファイルなどを読み込めるようにしている。出力データインターフェイス部45fは半田印刷装置11や部品搭載装置21や半田付け装置31と接続可能なネットワークポートやパラレルポートなどを備え、所定の制御データを出力し、微妙なチューニングを行うことができるようになっている。

【0026】チューニングを行うための制御データは上記品質管理プログラムで生成されるが、図3～図5はこの概略フローチャートを示している。図3はメインのフローチャートであり、生産中は、ステップST1にて図4に示す各工程における不良発生の未然防止プログラムを実行し、ステップST2にて図5に示す工程改善による不良率低減プログラムを実行することを繰り返す。そして、ステップST3にて生産終了と判断するとプログラムの実行を終了する。

【0027】ここで、ステップST1で実行する各工程における不良発生の未然防止プログラムは、一つのプロセス内で製造と検査とを実行して一定の品質が得られるように制御するものであり、基本的な考え方としては従来より行われているものである。より具体的には、半田印刷装置11でのクリーム半田の印刷作業が正確に行われているか否かを半田印刷検査装置12が検査して得られた測定データに基づいて同半田印刷装置11をチューニングしたり、部品搭載装置21での電子部品搭載作業が正確に行われているか否かを搭載部品検査装置22が検査して得られた測定データに基づいて部品搭載装置21をチューニングしたり、半田付け装置31での半田付け作業が正確に行われているか否かを半田付け検査装置32が検査して得られた測定データに基づいて同半田付け装置31をチューニングするというように、各プロセス毎に個別に行われる品質管理である。

【0028】一方、ステップST2で実行する工程改善による不良率低減プログラムは、複数の行程（プロセス）が順次行われる場合に内在する相関関係に基づいて総合的に品質管理を行おうとするものである。上の例であれば、半田印刷装置11と部品搭載装置21と半田付

け装置31での各作業はそれぞれにおいて品質管理されているので本来的には影響を及ぼし得ないはずであるにも関わらず、実際には相関関係が生じていることが多い。このような事実から正面から対応して改善を図るというものである。

【0029】＜各構成の詳細な説明＞図6は半田印刷検査装置12の検査原理をモデル図により示している。この検査原理は光切断3次元計測と呼ばれ、基板PB上にレーザー光を照射して一定方向に主走査する（L1、L2…Ln）とともに一定の掃引ピッチで副走査し、かかるレーザースキャンを測定用カメラで撮影する。基板PB上では素材表面が高さ基準となり、レーザー光が照射された部位からの散乱光の軌跡で基板PB上の突起物の高さ変化を測定できる。高さ変化に基づいて断面積S1が分かるし、副走査方向への積分演算によって体積V（＝ $\sum S1$ ）も求められる。また、一定高さ以上の部位の面積S2とともに、かかる突起物の位置ずれも判断できる。

【0030】半田印刷検査装置12は半田印刷装置11の印刷結果を検査するものであるから、基板PB上の突起物はクリーム半田である。すると、上記測定データはクリーム半田の体積、面積、位置ずれを表すことになる。むろん、これらが測定データとして管理用パソコン41へ出力されている。次に、図7は搭載部品検査装置22の検査原理をモデル図により示している。正確な位置に部品が搭載された各部品をモデルとして撮影し、そのイメージをデジタルデータとしてメモリに記憶しておく。一方、部品搭載装置21で各基板PB上に電子部品を搭載したらこれをワークとして撮影し、ワークのイメージとメモリに記憶されているモデルのイメージとを比較して一致度を判定する。

【0031】デジタルデータとしてのイメージの比較は一致度を数値で判定する。全体としての一致度が高ければ良品と判定できるし、低ければ何らかの欠陥があると判定できる。また、グレースケールパターンマッチング手法で部品ずれを（X，Y）座標系で判別することができる。このように、本搭載部品検査装置22では、図8に示す部品ずれ量（および図示しない欠品）が測定データとして管理用パソコン42へ出力されている。

【0032】図9～図11は半田付け検査装置32の検査原理をモデル図により示している。X-Yステージの上方には受光セルを配置して下面に開口する箱形のセンサを対面して配置するとともに、同センサの中央からレーザー光を鉛直方向下向きに照射している。X-Yステージは二次元方向に精密に移動可能であり、図10に示すようにレーザー光を基板PB上で一定方向に走査させる。レーザー光は基板PB上のリードや半田といった素材に照射されると高反射率で反射され、上方にて下方に開口して対面している箱形のセンサ内面を照射する。センサ内面には部位によって独立した受光セルを配置して

あり、どの受光セルに反射光が照射されたかを検出できるようにになっている。照射される受光セルの変化は半田の形状を極めて正確に表すことができる。図11はこれを分かりやすく説明している。

【0033】図11(a)は良品の半田形状を示しており、リードがパッド上に密着して配置され、クリーム半田の量が適度であれば濡れ性によって直交する二面の金属面に広がろうとし、半田の表面は凹面を形成する。一方、図11(b)に示すようにリードがパッドから浮き上がってしまっている不良品の場合にはパッド周縁の濡れ性の低さと半田自体の表面張力によって水玉状になる。この場合、表面形状は凸面となる。これを前提としてレーザースキャンすると、反射光の軌跡は凹面か凸面かによって大きく変わり、図10に示す受光セルの識別番号をそのまま使用すると、前者は「6-5-4-3-2」と変化し、後者は「2-3-4-5-6」と変化し、より詳細には「6655443322」と続いたり、「662233445566」と続いていることが分かる。ここで半田面の傾きを表す定ピッチでサンプリングされた数列の変化から半田の高さが求められることができることは容易に理解できる。

【0034】かかる原理を利用して半田付け検査装置32は図12に示すようにリード(L)とパッド(P)を接合せしめる半田(S)の形状を測定する。ここで半田付けの良否として判定するのに好適なのはフィレット高さや半田高さ等であり、これらが測定データとして管理用パソコン43へ出力されている。以上のように管理用パソコン41~43には各工程ごとに検査装置で得られた測定データが蓄えられ、プロセス制御装置45はプログラムメモリ45cに記憶された図3~図5に示す品質管理プログラムを実行する過程において入力データインターフェイス部45eを介して上記測定データを読み込み、データメモリ45dに展開しながら以下のような品質管理を実行する。

【0035】ステップST1で実行される各工程における不良発生の未然防止プログラムでは、以下のように処理を行う。半田印刷工程(工程No. 1)の場合は、ステップST11にて上述したように管理用パソコン41を介して測定データを収集し、ステップST12にて平均値、バラツキを計算して履歴ファイルに記憶する。ステップST13ではこのような平均値やバラツキに関する時系列的な変化を監視する。これは一般に管理図を監視するのと同様であり、ステップST14では平均値やバラツキの推移が管理限界を超えそうになっているか否かを判定する。

【0036】そして、管理限界を超えそうであると判断されればステップST15では製造装置(半田印刷装置11)のパラメータのチューニングを行う。以下、半田印刷工程についての測定項目に対する一連の測定データの判定が終わるまでループして処理を実行する。ステッ

プST14、15は測定データに基づいて製造装置のパラメータを変更するという意味でフィードバックを行ない、不良発生を未然に防止するものである。しかしながら、ここでのフィードバックは所詮因果関係ははっきりしているものが対象である。

【0037】図13は半田体積を説明のためにヒストグラムによって表示したものであるが、同図(a)および同図(b)は共にそのバラツキが規格の上限、下限を越えている。この場合、バラツキを示すR管理図中で、バラツキのデータは管理限界近く又は管理限界に向かって推移すると共に、Xバー管理図(表記の都合上、こう表現することにする)の平均値が増加又は減少していると判定することにより、例えば印刷速度をチューニングして印刷量の調整を行う。同様に部品搭載工程(工程No. 2)や半田付け工程(工程No. 3)についても不良発生の未然防止という意味では、測定データの平均値やバラツキが管理限界を超えそうになる前に製造装置のパラメータを調整してフィードバックを図る。

【0038】本来、以上のように各プロセス毎に品質管理を行っていれば不良の発生は未然に抑止され、常に高品質な製品が製造されるはずである。しかしながら、現実には不良が連続して発生することが多く、その場合に上流のプロセスをチューニングすることによって解消することが多々ある。これは明らかに各プロセスが相関関係を持っていることの証明と言えるが、図12(b)のようにバラツキが少なく、各プロセスが管理限界内で品質管理されている場合にはその問題内箇所は容易には判明しない。

【0039】ただ、敢えて分かりやすい一例を上げるとするならば、クリーム半田の体積が管理限界内ではあるものの多めであり、かつ、部品搭載位置も管理限界内ではあるもののある方向(図12のAの方向)に位置ずれ気味であったとする。この場合、クリーム半田が多い上リードがパッド上を大きくしめることになるので、半田が溢れやすくなることが想定でき、結果として半田付け検査工程ではブリッジの不良を発見しやすいということが分かる。

【0040】一方、このような因果関係が分からないにしてもブリッジである以上はクリーム半田の体積を減らすチューニングは施される。すなわち、「ブリッジ」という不良に対する「不良処置」としては「スキージ圧力の低下」というようなチューニングが施されることが現実に行われている。本実施形態においては、予め各種の不良処置が行われるとしてその際の測定データをデータベース化してある。また、単に測定データの羅列では解析が大変であるため、管理限界を定める上での標準分布と比較したときの測定データの傾向をデータベース化する。より具体的には、標準の分布を規格と呼ぶとして、規格よりも「大きめの傾向」であるのか「小さめの傾向」であるのか。大きめの傾向として「限界寄りの傾

向」であるのか「中央寄りの傾向」であるのか。規格のバラツキと比較して「バラツキが大きい傾向」であるのか「バラツキが小さい傾向」であるのか。また、「バラツキに周期性が見られる傾向」にあるのか、ないのか。というようなグループ分けを行っている。

【0041】図14は不良判定を不良処置に応じて項目分けしつつ、それぞれに対応する各工程での測定データを規格と比較した場合の傾向を示している。データベースによればある不良処置を行ったときには「半田印刷工程」では「半田量平均 \geq 規格」であり、部品搭載工程では「位置ずれ平均 \geq 規格」であり、半田付け工程では「半田高さ \geq 規格」であって「フィレット高さ \leq 規格」という傾向があったものとする。従って、この不良処置が必要となる場合を不良判定「No. 001」としてデータベースに記録する。また、別の不良処置を行ったときには半田印刷工程においてのみ「半田量平均 \neq 規格」であり、他の傾向はNo. 001の場合と同じであったとすると、この不良処置が必要となる場合を不良判定「No. 002」としてデータベースに記録する。以下、同様にして各不良処置についてそれぞれの場合の測定データと規格との比較を記録しておく。

【0042】このようなデータベースを用意しておく、各プロセス毎に品質管理を行って管理限界内に保持しているにも関わらず不良が発生するようであれば、それぞれの測定データの傾向をキーにして同データベースを参照する。そして、該当する不良判定があればそこに問題が内在しているといえ、さらには対応する不良処置が分かっているのでチューニングは容易に行える。工程改善による不良率低減プログラムは以上の処理を現実に行うものである。ステップST21では前回のステップST1で記録した測定データを読み取り、ステップST22にて不良および不良率を計算するのに利用する。そして、計算された不良および不良率は履歴ファイルに記憶する。

【0043】続くステップST23では不良および不良率に関する時系列的な変化を監視し、不良が連続して出現するとともに不良率の変化は工程が非管理の状態であるか否かをステップST24で判定する。すなわち、不良が連続して発生して各工程ではチューニング処置が取られているにも関わらず不良率が相関関係にないような場合である。このような場合にこそプロセス間を越えた相関関係が起因していると言えるので、ステップST25では不良個所に対応する前工程の測定データを解析して因果関係を特定する。むろん、ここでは数値解析で因果関係が特定されるというのではなく、測定データを解析してその傾向を分析し、その分析結果を使用して上述したデータベースを参照することにより、問題内在箇所を突き止めつつ不良処置を判断することを意味する。

【0044】不良処置が分かればステップST26で該当する製造装置のパラメータを変更する。パラメータを

変更したらステップST27にて次の新規1ロットの測定データを収集するまで待機し、ステップST28で不良率が直前の1ロットに比べて減少したか判定する。減っていれば不良処置は効果を現しているとして終了すればよいし、減っていないければステップST26に戻って再度不良処置を行う。これは最初の不良処置だけでは効果を出すところまで至らないこともあり得るからである。いずれにしても、不良率が減ったところで不良処置を終えて工程改善による不良率低減プログラムを終了する。なお、上記の不良率低減プログラムにはバラツキ増加に関する相関データを備えたバラツキ抑制プログラムが含まれる。また、この例では、部品実装プロセスを一つの連続したラインとして説明したが、各工程が独立して配置され基板ストックによって基板の中継（供給、収納）が実行されるようにしてもよい。

【0045】さらにこの例では、測定データと規格を比較した傾向を一義的に定めてデータベース化しているが、よりファジーな判定を行うようにしても良い。図15は測定データの分析項目を増やしており、このデータベースを参照する場合にはより多くの情報を利用して総合点を算出し、より最適な不良判定を行おうとするものである。また、この際には各評価に重み付けし、アナログコンピュータ的な処理を加味するようにしても良い。なお、図16はリフロー半田付けにおける不良要因と具体的不要内容の相関を示している。例えば、半田量不安定という不良内容に対して要因は「印刷装置の位置合せ精度」、「スキージ角度、印圧」、「印刷（スキージ）速度」…とさまざまであるが、こういった対応関係を踏まえつつ不良処置ごとにデータベース化することになる。

【0046】このように、プリント基板部品実装プロセスではそれぞれ独立した半田印刷工程と部品搭載工程と半田付け工程とが順次行われており、それぞれの工程毎に品質管理を行っているが、不良処置が取られた場合の各工程での測定データを予めデータベース化しておき、不良が生じた場合にはその際の測定データを利用して同データベースを参照し、対応する不良処置を判定して処置をすることができるので、プロセス間を越えた相関関係を気にすることなく不良の発生を抑制させる自動品質管理を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかるプロセス間品質管理方法をプリント基板実装ラインに適用した場合の概略ブロック図である。

【図2】プロセス制御装置のブロック図である。

【図3】自動品質管理プログラムのフローチャートである。

【図4】各工程における不良発生の未然防止プログラムのフローチャートである。

【図5】工程改善による不良率低減プログラムのフロー

チャートである。

【図6】半田印刷検査装置の検査原理を示すモデル図である。

【図7】搭載部品検査装置の検査原理を示すモデル図である。

【図8】位置ずれ検出の実例を示す図である。

【図9】半田付け検査装置の検査原理を示すモデル図である。

【図10】半田付け検査装置の検査原理を示す断面のモデル図である。

【図11】半田付け検査装置の検査実例を示すモデル図である。

【図12】半田付け検査装置の計測対象を示す説明図である。

【図13】半田印刷検査装置で測定される半田体積の推移を示すヒストグラムである。

【図14】データベースの内容の一部を示す図である。

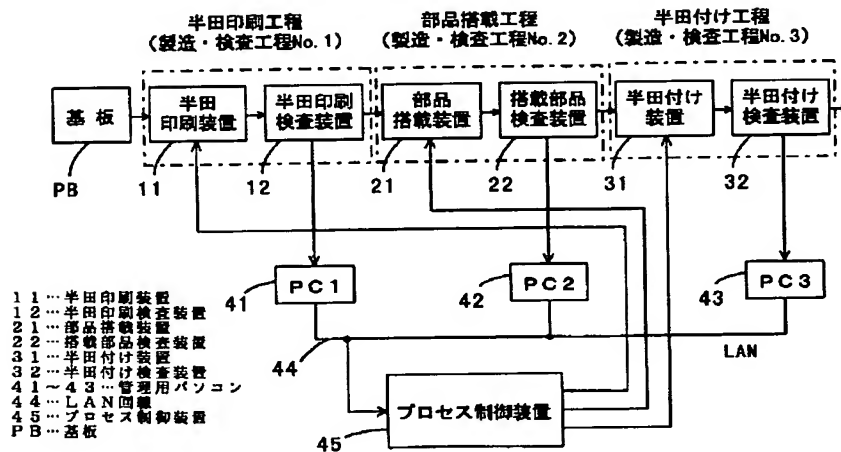
【図15】変形例にかかるデータベースの内容の一部を示す図である。

【図16】リフロー半田付けにおける不良要因と具体的な不要内容を示す図である。

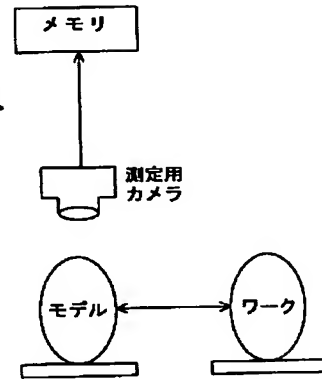
【符号の説明】

- 11…半田印刷装置
- 12…半田印刷検査装置
- 21…部品搭載装置
- 22…搭載部品検査装置
- 31…半田付け装置
- 32…半田付け検査装置
- 41～43…管理用パソコン
- 44…LAN回線
- 45…プロセス制御装置
- 45a…制御部
- 45b…バス
- 45c…プログラムメモリ
- 45d…データメモリ
- 45e…入力データインターフェイス部
- 45f…出力データインターフェイス部
- PB…基板

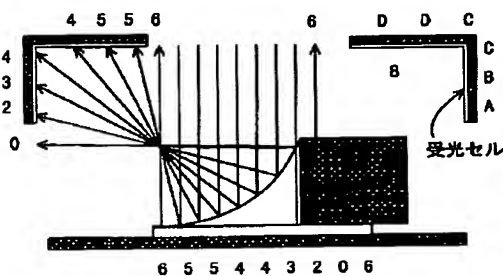
【図1】



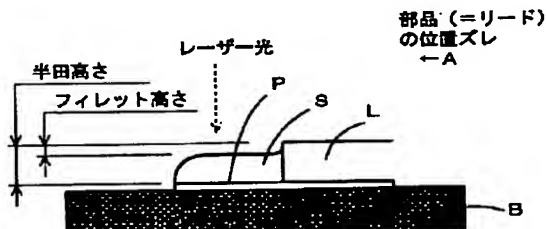
【図7】



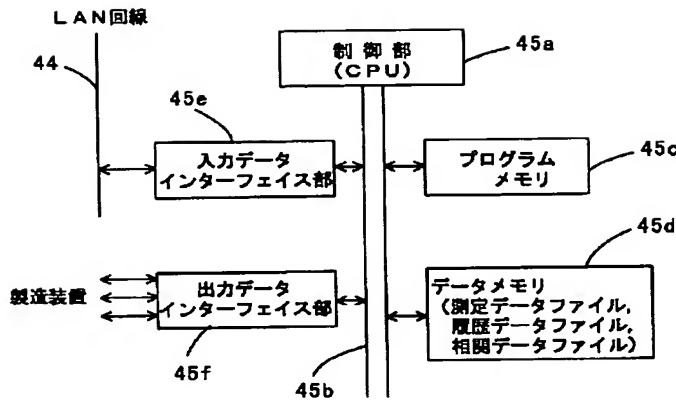
【図10】



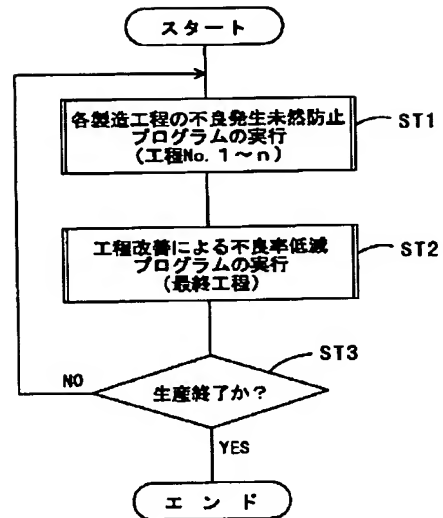
【図12】



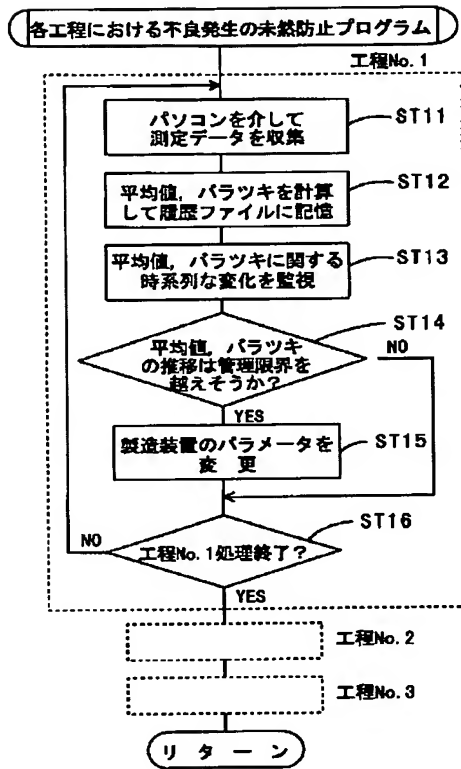
【図2】



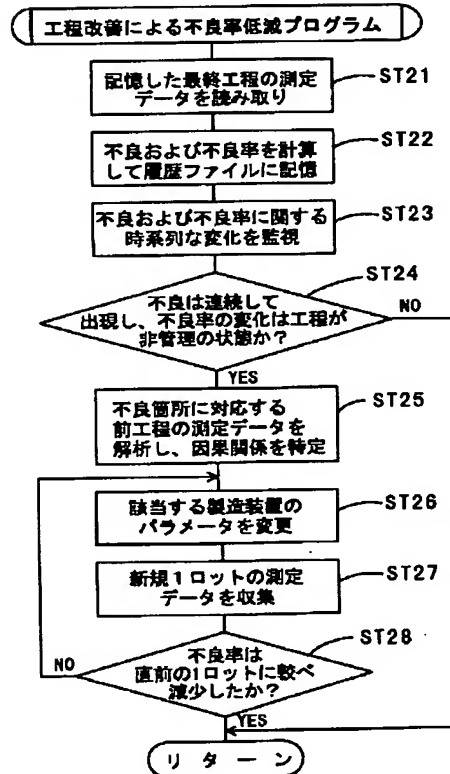
【図3】



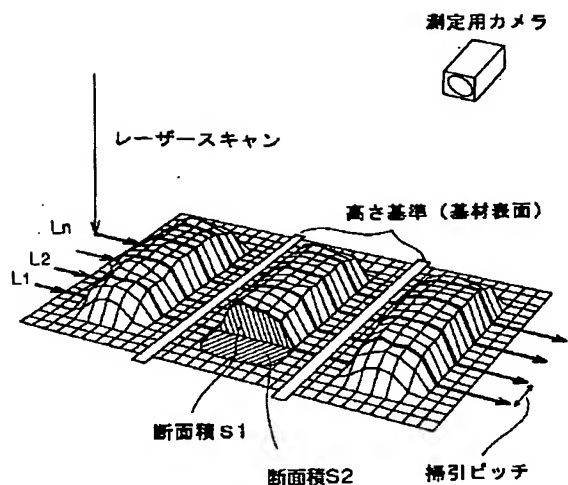
【図4】



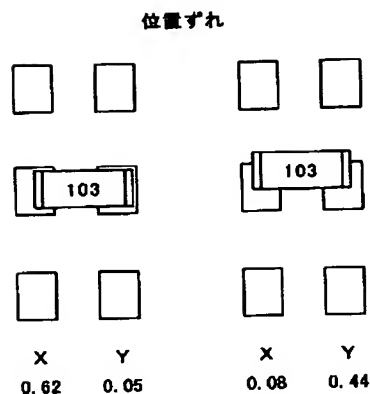
【図5】



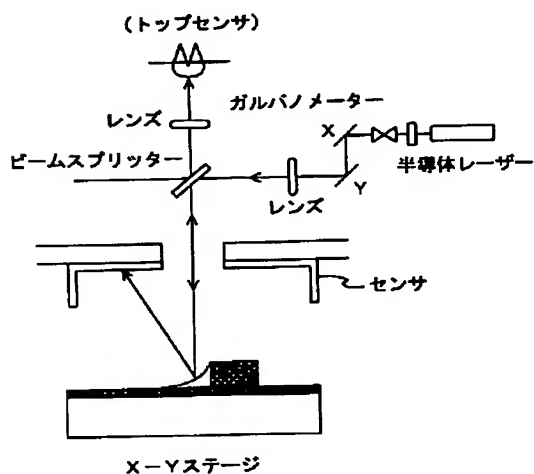
【図6】



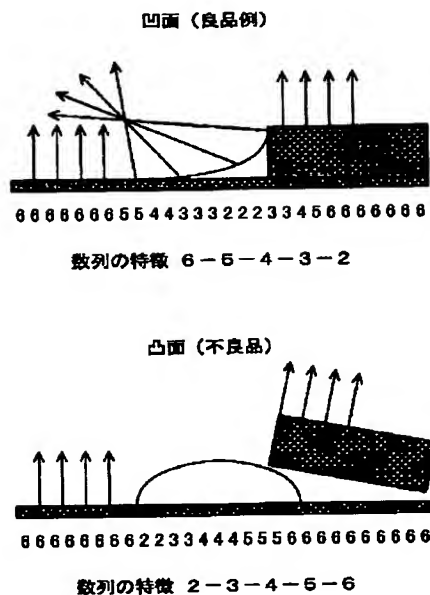
【例8】



【图9】



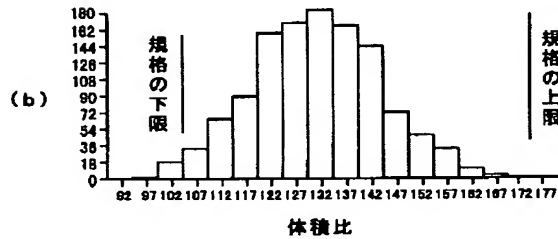
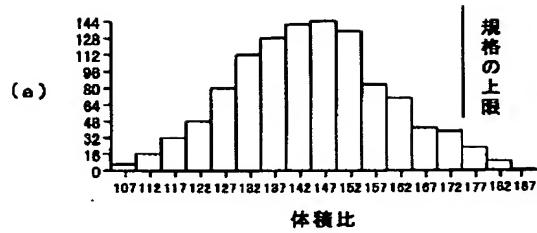
【例 11】



【図14】

不良判定	半田印刷 工程 NO.1	部品搭載 工程 NO.2	半田付け 工程 NO.3
NG No. 001	半田量平均≧規格 (バラツキOK)	位置ズレ平均≧規格 (バラツキOK)	半田高さ≦規格 フィレット高さ≦規格
NG No. 002	半田量平均≧規格 (バラツキOK)	位置ズレ平均≧規格 (バラツキOK)	半田高さ≦規格 フィレット高さ≦規格
⋮	⋮	⋮	⋮

【図13】



【図15】

a b c d e : 5段階評価

不良判定	半田印刷工程				部品搭載工程			
	半田量平均			-----	位置ズレ			
	分布	バラツキ	周期性	-----	X方向	バラツキ	周期性	Y方向
No. 001	a	a	e	-----	c	e	e	b

【図16】

リフロー半田付けにおける不良内容と要因

不良内容	半田印刷装置		部品搭載装置		半田付け装置		
	位置合せ精度	スキージ角度・印圧	印刷速度	搭載精度	搭載高さ制御	予熱プロファイル	加熱プロファイル
ブリッジ	○			○		○	
半田ボール	○					○	
半田量不安定	○	○	○				○
位置ズレ	○	○		○	○		
チップ立ち	○			○		○	○